

Atome et électron*

Source: <http://perso.orange.fr/f5zv/RADIO/RM/RM23/RM23D/RM23D01.HTM>

Fractionner une goutte d'eau en deux parties aboutit à deux gouttes d'eau plus petites. Mais il arrive un moment où la plus fine goutte est constituée d'une seule molécule et couper cette molécule en deux fait que l'on se trouve en présence non pas d'eau, mais des constituants de la molécule d'eau : un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène.

1. La molécule

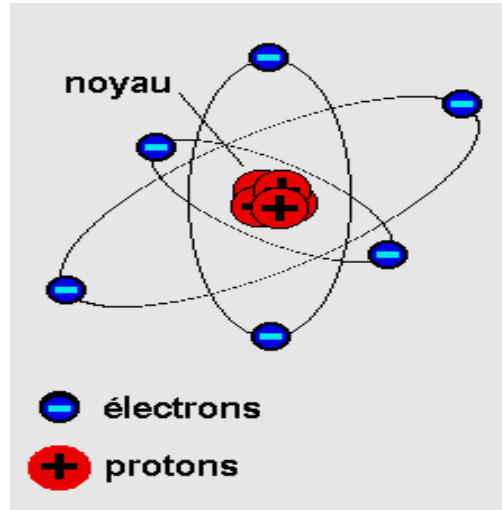
La matière, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse se compose de molécules qui sont des groupements d'atomes. Par exemple le chlorure de sodium, le vulgaire sel de cuisine, est formé d'un atome de sodium et d'un atome de chlore. Le chlore et le sodium sont deux éléments simples, au même titre que l'hydrogène ou l'oxygène. Les molécules du gaz hydrogène sont formées de deux atomes d'hydrogène. Le symbole chimique de l'hydrogène en tant que gaz est H_2 , le chiffre 2 indiquant la présence de deux atomes H. Les associations d'atomes pour former des molécules sont soumises à des lois très strictes, imposées par la structure même des atomes mais il existe une quantité énorme de possibilités d'associations.

2. L'atome

En tant que plus petite partie d'un corps, l'atome a été imaginé déjà dans l'Antiquité. Mais c'est seulement au 19^{ème} siècle qu'il put être étudié et modélisé. On doit à Ernest Rutherford, un physicien anglais d'avoir proposé la représentation de l'atome sous la forme d'un système solaire miniature. Alors que le nombre de molécules possibles nous paraît infini, le nombre d'atomes est limité. Dans la nature on ne trouve pas plus de 92 corps simples différents. Alors qu'il est possible de fabriquer des molécules visibles avec un microscope électronique, l'atome a des dimensions qui sont de l'ordre de grandeur de l'angström.

Les corps simples les plus courants sont stables : un atome de cuivre restera éternellement un atome de cuivre. Par contre les atomes les plus lourds, comme le radium ou l'uranium, peuvent se désintégrer et donner naissance à un ou deux autres atomes. Ainsi le radium peut se transformer en radon, un gaz rare radioactif. Ces transformations sont exploitées dans le domaine de l'énergie nucléaire.

3. La structure de l'atome



Conventionnellement on représente l'atome comme constitué d'électrons gravitant autour d'un noyau, comme le feraient des satellites autour d'une planète. Par rapport au diamètre de l'atome, le noyau semble très petit, la matière est essentiellement constituée de vide.

Le noyau est constitué de nucléons :

- un nombre Z de protons, déterminant la nature du corps simple.
- un nombre N de neutrons.

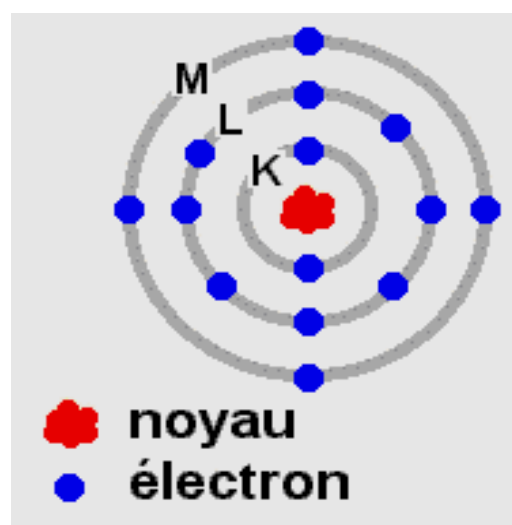
Z est le numéro atomique. L'oxygène qui comporte 8 protons a un numéro atomique 8.

Le nombre de masse A est égal à la somme $Z+N$, il est de 16 pour l'oxygène. Pour les noyaux lourds N est plus grand que Z (voir plus loin les isotopes) ; exemple : le cuivre $A = 63$, $N = 29$, $Z = 34$.

La charge électrique du neutron est nulle. Le proton a une charge positive égale en valeur absolue à celle de l'électron qui lui, est négatif. A son état normal un atome est neutre, le nombre d'électrons étant égal au nombre de protons. Sur la figure ci-contre les neutrons du noyau n'ont pas été représentés.

L'essentiel de la masse de l'atome est concentré dans le noyau.

4. Répartition des électrons



Les électrons, de charge négative, sont répartis par couches. Chaque couche ne peut comporter qu'un nombre limité d'électrons. Par exemple la couche K qui est la plus proche du noyau est saturée avec 2 électrons. La couche la plus à l'extérieur de la plupart des atomes n'est pas complète, elle peut ainsi accepter (provisoirement) des électrons, ou éventuellement en perdre. C'est le cas lors de l'ionisation d'un atome. Les gaz rares (hélium, néon, krypton...) ont la couche la plus extérieure qui est saturée, ils sont inertes sur le plan chimique.

Le nombre d'électrons maximum par couche est le suivant :

K : : : 18, N : 32, O : 50...

La figure ci-contre représente dans un plan les 14 électrons d'un atome de silicium gravitant autour du noyau composé de 14 protons et 14 neutrons.

5. Les ions

Une molécule de potasse, d'acide sulfurique ou de chlorure de sodium se dissocie en ions lorsqu'elle est dissoute dans de l'eau. Par exemple, la molécule NaCl devient Na⁺ et Cl⁻. L'ion Na⁺ est appelé cation car il sera attiré par la cathode négative lors d'une électrolyse et l'ion Cl⁻ est un anion. Le symbole Na⁺ signifie que l'atome de sodium a perdu un électron et possède une charge positive tandis que l'anion Ca⁻ possède une charge électrique positive.

L'ionisation peut se produire aussi à haute température. Un plasma est un gaz complètement ionisé, un mélange d'ions et d'électrons dont la charge globale est neutre.

Les gaz de la haute atmosphère (l'ionosphère) sont ionisés par le rayonnement solaire. Il participent à la formation de couches réfléchissant les ondes radio sur ondes courtes.

6. Le rayonnement

Les électrons périphériques sont moins fortement soumis à l'attraction du noyau que ceux des couches internes et il arrive fréquemment qu'un électron change d'orbite par suite d'une excitation comme, par exemple, une décharge électrique en milieu gazeux. Lors de cette opération l'électron absorbe une certaine quantité d'énergie. En reprenant sa trajectoire normale, l'électron restitue l'énergie W (en J) qu'il avait absorbée en émettant un photon, donc un rayonnement de fréquence ν (en Hz) particulière selon la relation: $W = h \cdot \nu$

avec $h = 6,6256 \cdot 10^{-34}$ J.s (constante de Planck).

Réciproquement, un photon capté par un atome peut provoquer un changement de trajectoire d'un électron et faciliter le passage d'un courant électrique (effet photoélectrique) voire ioniser l'atome en éjectant l'électron.

7. Les isotopes

Deux atomes d'un même corps simple comportent le même nombre de protons dans leurs noyaux respectifs. Mais le nombre de neutrons contenus dans le noyau peut varier. Ainsi le noyau d'un atome d'hydrogène ordinaire est composé d'un seul proton mais il existe aussi deux autres sortes d'hydrogène :

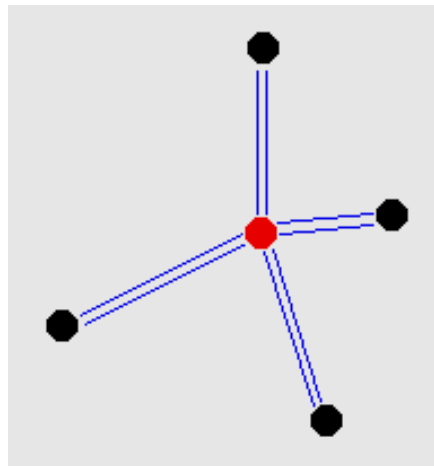
- le deutérium, dont le noyau est composé d'un proton et d'un neutron
- le tritium, qui possède deux neutrons dans son noyau.

Ces trois atomes sont des atomes d'hydrogène dont les propriétés chimiques sont identiques. On donne le nom d'isotope aux différentes variantes d'atomes d'un même corps simple. L'uranium possède 3

isotopes naturels dont le plus courant est l'uranium 238 dont le noyau est constitué de 92 protons et 146 neutrons.

Les isotopes radioactifs peuvent avoir des applications pacifiques dans le domaine médical.

8. Le cristal



La couche la plus externe de l'atome abrite les électrons qui participe à la conduction dans les corps conducteurs comme le cuivre, l'aluminium ou qui permettent l'assemblage d'atomes comme dans les molécules ou les cristaux.

Un cristal est un solide formé d'atomes régulièrement disposés et fermement liés les uns aux autres. Il peut s'agir d'atomes différents (chlore et sodium dans le sel de cuisine) ou identiques (carbone, dans le diamant). Les atomes voisins mettent en commun leurs électrons de la couche externe.

Dans le cristal de silicium, chaque atome est lié à 4 atomes voisins avec qui il partage les quatre électrons de sa couche M. La répartition étant régulière on peut considérer qu'un atome est au centre d'un tétraèdre et que ses 4 voisins sont placés aux sommets de ce tétraèdre.